in iisdem Societatis nostræ *Commentariorum tom.* IV. jam fusius dictum est.

---

## L. *Experiments in Electricity: In a Letter from Father* Beccaria, *Professor of Experimental Philosophy at* Turin, *to* Benjamin Franklin, *L. L. D. F. R. S.*

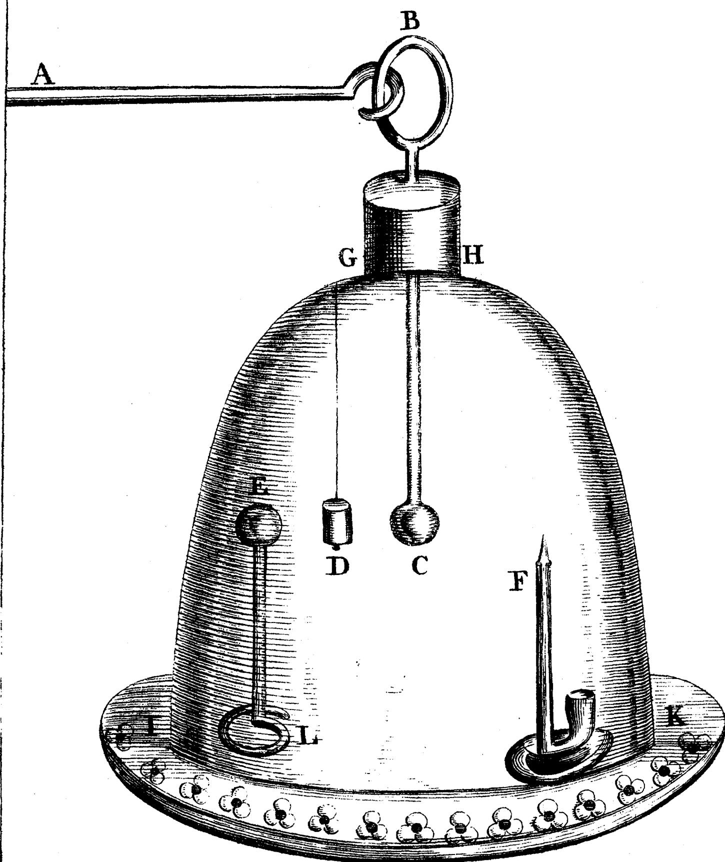
*Benjamino Franklin viro de re electrica meritissimo Joannes Baptista Beccaria ex scholis piis S.P.D.*

Read Feb. 14, 1760.

1. SOspitem ex America Londinum te appulisse gaudeo, vir præclarissime. Offero tibi de motibus electricis, qualem experimentis excudi, hypothesin: partior hanc in duas partes, quemadmodum ipsa postulare videtur motuum hujusmodi differentia: ago parte prima de accessionibus, de discessionibus dico parte altera.

2. Et continuo universam de accessionibus pertractationem meam ita paucis comprehendo: "Quum "ignis electricus copiosior in corpore altero vi ex-"pandendi se ad æqualitatem trajicit in alterum, "partem interjecti aeris dimovet e loco pro majore "sua copia majorem: fit inde, ut aer a tergo cor-"poribus adjacens deficiente fulcro aeris intermedii "ruat versus ipsum medium locum; ruit vero non "circumeundo corpora, quæ via est longior, atque "impedita abs igne profluente, sed ipsa trudendo a "tergo: hac aeris trusione accedunt corpora inæqua-"liter electrica; dum accedunt, accelerantur, quia "pro accessione majore copiosior ignis interfluit, co-

"piosior




*J. Mynde sc.*

" piosior intermedius aer disjicitur, augeturque adeo
" momentum aeris a tergo trudentis."

EXPERIMENTUM I.

3. Aerem disjici ab interfluente electrico igne, scintillæ experimento demonstratur, quæ excitatur in medio tubulo, hinc clauso hermetice, inde impedito abs liquore aliquo, ipsa enim, disjiciens liquorem, disjectum aerum testatur.

4. Neque vero interfluens ignis aeris intermedii disjecti fulcrum potest supplere, quo aer corporibus a tergo adjacens sustineatur; is enim liberrime effluit, et effunditur per alterum corpus: quare cum non fulciatur ipse, nec fulcri vices potest agere.

EXPERIMENTUM II.

5. Experimento res confirmatur plane luculentissimo: vittam ex charta inaurata longam pollices octo, latam lineas quatuor convolvo circa sese, ut cylindrum solidum D [*Vide Tab.* XII.] efformet: hunc suspendo serico filo DG sub fornice vitri pneumatici IHK, per cujus verticem H init virga metallica BC desinens in metallicam sphæram C: figo in lance IK virgam metallicam LE simili sphæra ornatam; nempe sphæræ C et E sunt in eodem plano cum pendulo D, atque ab ipso distant ambæ æqualiter; tum nexa catena AB, quæ pertinet ad machinam electricam virgæ BC, et consequenter immisso electrico igne in virgam BC, observo: 1. ante subductum aerem chartaceum cylindrum D agitari vehementissimis vibrationibus inter duas sphæras EC: 2. dum aer subducitur, minui eam agitationem plane pro copia subducti aeris: 3. omni, quantus potest, aere subducto, cylindrum D vix

 nutare,

nutare. His obſervatis aerem reſtituo particulatim; atque pro aere admiſſo video vibrationes iterum augeſcere, et fieri, quemadmodum antea, vehementiſſimas: quæ dum contemplor ſingula, atque omnia ſimul comprehendo animo, intelligo magnitudinem motuum electricorum aeri, vel toti, vel reſiduo proportione reſpondere.

EXPERIMENTUM III.

6. Quod leviora corpuſcula, bracteolæ, et pulviſculi, motu adhuc ſatis ſenſili agitentur in rarefacto aere, id in cauſa fuit, cur cenſuerim a principio cum phyſicis aliis electricos motus actioni ignis electrici in aerem acceptos referri non debere; quod, re nunc accuratius collata, reſiduos videam in reſiduo aere motus non majorem habere ad primos motus, qui fiunt in toto aere atmoſpherico, proportionem, quam ea ſit, quæ inter reſiduum et primum aerem intercedit, id nunc facit, ut illum meum, et alienum errorem agnoſcam, atque in contrariam veniam, quam veriſſima teſtatur experientia, ſententiam.

7. Neque omittam partem obſervationis opportuniſſimam rei confirmandæ: ſoleo enim allatum ultimo loco experimentum perſæpe capere in cubiculo obtenebrato, atque tum obſervo ignem vibrantem pendulum ante aerem ſubductum micare hinc inde crepitantibus quidem, ac lucidiſſimis, ſed arctis, atque brevibus prope ſphæram utramque ſcintillis: deinceps ignem hunc pro ſubducto aere, adeoque pro minutis penduli vibrationibus effluere magis amplo radio, magis tranquillo, magis continuo, quanquam non ita micante.

8. Atque

8. Atque hæc ipſa res certe reactionem aeris demonſtrat ignem electricum cohibentis in denſitate quadam, quæ denſitati ſuæ proportioni reſpondeat; hæc autem aeris reactio non poteſt actioni non reſpondere ignis electrici aerem nitentis disjicere, ac plane disjicientis, ubi neceſſaria is igni vi polleat.

9. Atque his plura non adferam tibi pro acceſſionibus explicandis corporum electricorum inæqualiter, attuli in datis ad Beccarium litteris, in quibus tamen non niſi dubitanter plura admodum diſſerebam de mechanica acceſſionum cauſſa: accuratior conſideratio experimentorum facit nunc, ut de acceſſionum cauſſa dicam fidentius.

10. Corpora æqualiter electrica diſcedunt; qua cauſſa id efficiatur, nunc perſequar.

11. "Ignis electricus, qui quoquomodo inſidet in "corporibus, nititur, ut libretur cum igne electrico, "qui inſidet in aere. Si uterque" [finito me illum deinceps proprium dicere hunc aereum] "æqualem "habet proportionem ad nativam corporum atque "aeris capacitatem, corpora accedunt, aut in nativa "quieſcunt directione; alter ſi ſuperat proprius, vel "aereus, corpora explicat ſimiliter, compellitque ad "diſceſſionem." Hæc rei narratio.

## Experimentum IV.

12. Quoties in cubiculo quodam meo amplo ipſo quidem at clauſo pergo diutius urgere alium, atque alium in catenam electricum ignem, experior partem ejus ignis effundi in aerem ambientem, ipſumque etiam, quantuſcumque in cubiculo eſt [dum a tempeſtate ſiccus ſit, vel abs igne] facere exceſſu electricum. Duo enim tenuia ex lino fila, quæ vel ſummis

 digitis

digitis prehenſa, vel arundine ſuſpenſa deffero quolibet, in quodlibet cubiculi ſpatium, mutuo diſcedunt. Atque, ſive in eodem ipſa contineam loco, ſive in loco transferam alia atque alia, pergunt divergere ad ſemihoram, ad horam quandoque, et ultra.

### Experimentum V.

13. Si ea fila ope vitri ſeparentur ab arundine; adeoque a ſolo, principio divergunt, tum ad nativam veniunt directionem: obtingunt autem hæc omnia poſt omnes elicitas, quantæ poſſunt, a catena ſcintillas, poſt omnem ab ipſa ſubductum redundantem ignem, poſt catenam nexam cum ſolo.

### Experimentum VI.

14. Ex diuturna electricitate machinæ phænomena experior omnino eadem. At, ſi diuturna electricitas machinæ continuo conſequitur diuturnam electricitatem catenæ, aut contra, fila, quæ arundine ſuſpenſa conſtanter divergere videbam ex alterius electricitate, video principio accedere mutuo incipiente electricitate alterius, tum iterum divergere quemadmodum antea.

15. His inquam experimentis doceri nos arbitror.
" 1. Dum alium atque alium ignem congerimus in
" catenam, aliam atque aliam ipſius partem diſce-
" dere quam latiſſime in ambientem ærem, ipſique
" adhæreſcere, atque ita omnem contentum in cubi-
" culo aerem evadere exceſſu electricum: ſimiliter
" dum alium atque alium ignem ſubtrahimus a ma-
" china, aliam atque aliam ignis partem machinam
" haurire abs aere ambiente; atque ita omnem con-
" tentum in cubiculo aerem fieri defectu electricum.
" 2. Fila vel manu, vel arundine delata diſcedere

" in

" in aere, vel electrico exceſſu ex catena, vel electrico
" defectu ex machina, vel vi proprii nativi ignis ſu-
" perantis aereum, ſi merguntur in aere electrico ex
" machina, vel vi ignis aerei ſuperantis nativum pro-
" prium filorum ignem, ſi merguntur in aere electrico
" ex catena. 3. Fila hujuſmodi divergentia ex elec-
" tricitate catenæ, ex conſequente electricitate ma-
" chinæ (vel contra) primo accedere, quia machina
" primo hauriat abs aere exceſſum inditum a catena,
" vel catena ignem reſtituat aeri ſublatum a machina;
" atque ita ignis in aere ad nativam menſuram re-
" ductus librari debeat cum igne nativo permanente
" in filis. 4. At deinceps ex diuturniore electricitate
" machinæ conſequente electricitatem catenæ, vel
" contra, fila iterum divergere, quia vel machina per-
" gat haurire partem ignis nativi, vel catena pergat
" addere alium ultra nativum aeri ignem. 5. De-
" nique fila eadem cum vitro ſeparantur, principio
" divergere, quia ipſa, quæ ſolum ignem nativum
" habeant, mergantur in aerem vel exceſſu, vel de-
" fectu electricum. At dein, cum ſunt vitro ſepa-
" rata, venire ad nativam directionem, quia vel pars
" ignis aerei, ſi aer eſt exceſſu electricus a catena, in
" ipſa ſe denique effundat ad æqualitatem, quin ultro
" præterfluat ob cohibens vitrum; vel pars ignis na-
" tivi et proprii filorum ſe effundat in aerem, ſi aer
" eſt electricus defectu, quia ſuppleri aliunde poſſit
" ob interdicens vitrum."

16. Quare hæc videntur univerſe conſtare:
" 1. Aerem ſuum continere nativum ipſi ſibi ignem.
" 2. Nativo aeris igni ignem alium addi poſſe, na-
" tivi abs aere ignis partem poſſe ſubtrahi, ſed lente,
" et quaſi per vim. 3. Aerem dimittere redundan-

" tem,

" tem, haurire ignem deficientem, ſed quam lentiſ-
" ſime. 4. Si aer æque ac contenta corpora habeant
" nativum ignem ſuum, conſiſtere hæc in nativo
" ſtatu; ſi aer, manente nativo in corporibus igne,
" ignem habeat nativo aut copioſiorem, aut parcio-
" rem, corpora diſcedere." Verum ſingula hæc theoremata experimentis aliis illuſtrari mirum in modum poſſunt, et demonſtrari latius.

### Experimentum VII.

17. Duo fila nexa catenæ poſt paucas globi converſiones divergunt maxime; deinceps a diuturniore catenæ electricitate incipiunt minus divergere; atque hæc divergentia ad certum uſque gradum minuitur, ut quandoque angulus divergentiæ poſt continuatam diutius globi fricationem fiat ſubduplus anguli divergentiæ, qui extiterat ab electricitate eadem primo excitata. Quum hanc filorum divergentiam video minutam ſatis, tum globum non frico ulterius, ſed ſtilum acutiſſimum catenæ admoveo pedetentim, quo lente redundantem omnem abs ipſa ignem hauriam. Id dum fit, lente fila accedunt, tum continenter lente iterum divergunt ad angulum primo quidem minorem, ſed ſatis magnum, quæ quandoque vix metiantur gradus quadraginta quinque; tum vero pergunt divergere ad diuturnum tempus.

18. Videlicet maximus abs electricitate primo excitata angulus, quia tum ſatis ingens immiſſus in catenam, et in nexa fila, ignis; nullus, vel minimus, in aerem. Fit deinceps minor angulus, prout augeſcit ignis, qui conſequenter immittitur in aerem, conſtante eodem ignis exceſſu in catena. Dum admoto ſtilo lente minuitur ignis in catenam immiſſus, minuitur

nuitur adhuc angulus prout accedunt ad æqualitatem ignis in catena residuus, atque ignis in aerem immissus, ipsique affixus; ubi uterque ignis pertingit ad æqualitatem, fila attingunt ad directionem suam nativam; cum deinceps minuitur ulterius ignis redundans adhuc in catena, nec similiter minuitur ignis redundans in aere [aeri enim, uti vidimus, adhærescit, atque ab ipso lente dimittitur] fila iterum discedunt pro excessu ignis aerei supra ignem in catena; qui denique aereus ignis, quoniam lentissime dimittitur, diutissime pergunt divergere fila.

## Experimentum VIII.

19. Si fila sint nexa machinæ, eadem omnia in iis contingunt phænomena ex diuturna electricitate machinæ, quæ in iis contingebant catenæ nexis ex diuturna electricitate catenæ.

20. Quare universe, quemadmodum constitui a principio, " Si ignis proprius corporum, quantus-
" cumque is sit, libratur cum igne ambientis aeris,
" corpora vel consistunt in nativo statu, vel ad ipsum
" redeunt; si alter ignis superat alterum, corpora dis-
" cedunt vi ignis superantis."

21. Atque hinc rationem vides, ni fallor, vir præstantissime, cur æque discedant tum quæ a catena, tum quæ a machina sunt electrica corpora. " Ignis
" proprius in corporibus a catena electricis vincit
" aereum, aereus vincit æque proprium in electricis
" a machina."

## Experimentum IX.

22. Quoties fila mutuo discedunt a se invicem, atque divergunt ex aucto in ipsis, vel minuto igne nativo

nativo ad meum accedunt admotum digitum: quoties discedunt, atque divergunt servantes ignem suum nativum ex aucto, vel minuto igne nativo aeris, a digito refugiunt meo.

23. Hac vero res primo quidem notissimis legibus accessionum atque discessionum electricarum est consentanea; quum enim nativus in filis ignis auctus est, vel minutus, ipsa sunt inæqualiter ac digitus electrica, qui habet nativum ignem suum: quum vero nativus ignis perstat in filis, et ipsa discedunt mutuo ob ignem auctum, vel minutum in aere; tum, quemadmodum discedunt ambo alterum abs altero, ita discedant oportet a digito meo ipso etiam habente ignem nativum, vi aeris, in quo nativus ignis minutus est, aut auctus. Sed præterea hæc filorum a digito discessio ipsa hanc probat etiam, quam affero, discessionis causam: nam et digitus, et fila cum solo communicant, adeoque alium in se certe non habent ignem, nisi nativum, quo quoniam non discedunt, restat ipsa discedere ex nativo igne in aere aucto, vel minuto.

24. Cum in hanc primo incidi discessionum electricarum theoriam, ea me ancipitem tenuit suspicio, ne ignis aereus discessiones facere non posset in machina iis æquales in pernicitate, et magnitudine, quas facit in catena ignis proprius: hæc inde subibat animum suspicio, quod ignis in machina, et catena (universe in corporibus omnibus deferentibus) mensura mutetur quam pernicissime, lentissime autem augeatur, aut minuatur mensura ignis in aere ambiente. Alia præterea suspicionem exagerabat consideratio; tantum me nunquam abs aere, quantum a machina, subtrahere ignem potuisse, tantum potuisse nunquam aeri addere, quantum catenæ; nunquam enim eo veni,

ut

ut omnem aerea ſola electricitate ſuſtulerim filorum divergentiam, quanta exiſtebat ex integra machinæ aut catenæ electricitate.

Factum inde eſt, ut experimenta hæc eadem, imo et alia, in literis attulerim ad præclariſſimum inſtituti Bononienſis præſidem datis, quin hanc in iis ſatis late theoriam diſceſſionum conſtituerem.

Verum re maturius perpenſa intellexi pernicitatem diſceſſionum, quæ fiant abs igne aereo, non ipſi pernicitati reſpondere debere, qua vel augeatur ipſius copia, vel minuatur; ſed pernicitati, qua agat copia inhærens; et magnitudinem diſceſſionum, quæ fiant ab igne eodem, non abſolutæ, ſed comparativæ ipſius magnitudini reſpondere debere; utrumque autem facile vidi pro re obvenire.

### EXPERIMENTUM X.

25. Si in experimento VI. poſt minutam ex diuturniore electricitate catenæ filorum divergentiam, non lente, ſed protinus (manu nempe in catenam immiſſa) omnem ſubtraho a catena redundantem ignem, continuo incipiunt quidem accedere fila quam velociſſime; verum velocitate æquali reſiliunt repente, antequam pertingant ad nativam directionem. Hæc autem altera diſceſſio quoniam fit ex aereo igne ſuperante proprium in filis reſiduum, video inde ignem aereum (quamquam mutetur lentiſſime ipſius copia) ipſum tamen diſceſſiones facere iis æque veloces, quæ abs igne proprio efficiuntur.

### EXPERIMENTUM XI.

26. Sed et ipſas ex igne aereo obvenire æque magnas ita intelligo. Poſt ignem inditum in aerem, qui

catenam ambit quantus poteſt, dempto redundante omni ab catena igne, atque adeo diſcedentibus jam filis ex igne aereo, vitreo globo ſubſtituo ſulphureum, atque ex hujus functione, video, principio augeri angulum divergentiæ, quem effecerat ignis aereus, tum ipſum continenter minui.

27. Id autem certum: primas globi ſulphurei frictiones demere partem nativi ignis a catena, neque pariter demere exceſſivum ignem ambientis aeris (aer enim lente, ut vidimus, accipit ignem alienum, lente acceptum exuit); quare augeſcit magnitudo divergentiæ, quæ fit abs igne aereo, non mutata magnitudine abſoluta ignis aerei, ſed mutata ſolum magnitudine ipſius comparativa, minuto nempe igne proprio; adeoque aucta proportione aerei ad proprium. Igitur quoniam quantum ignis ingeritur in catenam, tantundem ſubtrahitur a machina; proportio ignis aerei circa machinam ad reſiduum in machina eadem erit ac proportio ignis in catena redundantis ad aereum circa catenam: quamobrem aereus circa machinam diſceſſiones faciet non æque veloces ſolum, ſed et æque magnas, ac eæ ſunt, quas facit ignis proprius in catena.

28. Itaque, ut omnia demum paucis complectar, quæ pertinere videntur ad motus electricos univerſe omnes explicandos (ſuſpenſiones enim, adhæſiones, vibrationes, infinitoſque alios compoſitiores quaſi ludos electricos, tu ipſe probe videre viſus es diſceſſionibus omnes, atque acceſſionibus contineri) hæc denique eſt ſumma hypotheſis meæ. “ Acceſſiones cor-
“ porum inæqualiter electricorum efficiuntur ab igne
“ electrico a corpore altero, in quo copioſior eſt, ef-
“ fluente in alterum per aerem interjectum, ipſum-

"que disjiciente. Discessiones autem vel igne pro-
"prio corporum efficiuntur se expandente contra
"aereum, vel aereo se expandente valentius contra
"proprium;" quæ tamen expansio ignis alterius alterum superantis sine mixtione mutua alterius cum altero videtur contingere. Aer enim ignem continet suum quantuncumque, ne discedat; arcet proprium deferentium corporum ignem, ne adhærescat sibi.

29. Hanc, inquam, hypothesim offero tibi, vir præclarissime, quo tu eam facias meliorem. Si tanti interea ipsam ducas, ut Regiæ isti scientiarum Societati exhibenda videatur, res ex meo obtinget desiderio, qui quando ornamentum ipsi adferre nullum possum, diligentiam saltem nolim desiderari meam. Tu vero cura, ut valeas. Servari enim te decet quam diutissime utilissime, scientiæ perficiendæ amplificandæque, quam certissimam instituisti. Dat. Taurini, 24 Decembris, 1757.

## *Remarks on the preceding Paper, by* Benjamin Franklin, *L. L. D. F. R. S.*

Read Feb. 14, 1760.

FOR the better understanding this paper, it is necessary to know, that Father Beccaria uses a large chain, suspended by silk lines, for the purpose of a prime conductor; and that his machine for turning the glass globe is so contrived, as that he can, on occasion, readily isolate it, (*i. e.* place it on glass or wax) together with the person that works it. When the communication is thus cut off between the earth and the chain, and also between the earth and the machine, he observes, that the globe being turned, both the chain and the

machine ſhow ſigns of electricity; and as theſe ſigns, when examined, appear to be different in the chain, and in the machine, and the globe having, as he ſuppoſes, drawn from the machine part of its natural or common quantity of electricity, and given it to the chain, he calls the electricity appearing in the chain, electricity *by exceſs*; and the electricity appearing in the machine, electricity *by defect*; which anſwer to our terms of *poſitive* and *negative* electricity, or electricity *plus* and *minus*. And thus his expreſſions, *electrifying by the chain*, and *electrifying by the machine*, are to be underſtood, electrifying *poſitively*, and electrifying *negatively*.

---

## LI. *An uncommon Caſe of an Hæmoptyſis*; *by* Eraſmus Darwin, *M. D.*

*To the very Honourable and Learned the Preſident, and Members of the Royal Society.*

Gentlemen,

Read Feb. 14, 1760.

THE following caſe of a diſcharge of blood from the pulmonary artery, appears to have been owing to a cauſe different from any mentioned amongſt the writers of medicine: and as, from the knowlege of that cauſe, the cure was ſo eaſily deduced, I flatter myſelf, you will not eſteem it unworthy your attention.

A gentleman, reſiding near this place, between forty and fifty years of age, of a pale and meagre habit, has been daily afflicted with violent head-achs

for